STUDI PENGARUH BAHAN LIMBAH KARBIT DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP KUAT GESER PADA STABILISASI TANAH LEMPUNG KOTA PONTIANAK

Indra Ardiansyah[1], Abubakar Alwi[2], Aprianto[2]

[1)] Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
[2.)] Dosen Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak
Email: indragaleon@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan akumulasi partikel mineral, bahan organik dan endapan–endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Tanah lempung dapat menyerap air yang cukup banyak dan mengalirkan air sangat rendah. Tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah, air sangat mempengaruhi perilaku fisis dan mekanisnya. Tanah dapat diartikan sebagai lapisan sedimen lepas seperti kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), lempung (*clay*) atau campuran dari keseluruhannya. Stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan kimia merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung. Pada metode penelitian ini penulis melakukan suatu metode pengujian tanah dengan stabilisasi *additive* berupa limbah karbid dan semen Portland untuk melihat seberapa besar pengaruh campuran *additive* terhadap peningkatan nilai CBR, UCS dan geser lansung. Pada penelitian ini digunakan tanah dari daerah lingkungan universitas tanjungpura, variasi penambahan *additive* sebesar 10%, 20%, dan 30%. Hasil dari penambahan variasi *additive* untuk nilai CBR standar didapat optimum pada mix. desain A1 sebesar 130.255%, nilai UCS standar didapat optimum pada mix. desain B1 sebesar 10.118 kg/cm^2, nilai geser lansung yang didapat kohesi (c) optimum pada mix. desain A1 0,617 kg/cm^2 dan nilai Sudut Geser (ϕ)° optimum pada mix. desain B1 14.359˚.

Kata kunci: Semen, limbah karbid, stabilisasi, *additive*, optimum, CBR, UCS, geser lansung.

ABSTRACT

Soil is an accumulation of mineral particles, organic matter and relatively loose deposits, which are located on bedrock (bedrock). Clay soils can absorb a lot of water and drain water very low. Clay soil has a low carrying capacity, water greatly influences its physical and mechanical behavior. Soil can be interpreted as a layer of loose sediment such as gravel (sand), sand (sand), silt (silt), clay (clay) or a mixture of the whole. Chemical soil stabilization using chemicals is one of the ways to improve the carrying capacity of clay. In this research method the authors conducted a soil testing method with additive stabilization in the form of carbide waste and Portland cement to see how much the influence of the additive mixture on increasing the value of CBR, UCS and direct shear. In this study, soil from the university area of Tanjungpura is used, the variation of additives is 10%, 20%, and 30%. The results of adding additive variations to the standard CBR value are obtained optimum in the mix. A1 design is 130.255%, the standard UCS value is obtained optimum in the mix. design B1 of 10,118 kg / cm2, the optimum shear value obtained by cohesion (c) in the mix. design A1 0.617 kg / cm2 and optimum value of Shear Angle (ϕ) ° in the mix. design B1 14,359˚.

Keywords: cement, karbid waste, stabilization, additive, Optimum, CBR, UCS, direct shear.

I. PENDAHULUAN

Tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah, air sangat mempengaruhi perilaku fisis dan mekanisnya. Tanah dapat diartikan sebagai lapisan sedimen lepas seperti kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), lempung (*clay*) atau campuran dari keseluruhannya. Stabilisasi tanah lempung dengan bahan kimia merupakan salah satu cara untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung. Dalam Penelitian ini, bahan kimia yang digunakan adalah Limbah Karbit dan Semen Portland Type III dikarenakan adanya absorbsi air oleh semen dan reaksi pertukan ion dan membentuk kalsium silikat dan kalsium aluminat yang mengakibatkan kekuatan tanah meningkat. Adanya reaksi pozzoland membuat partikel-partikel lempung menggumpal sehingga mengakibatkan konsistensi tanah menjadi baik, reaksi silika (SiO2) dan alumina (AL2O3) yang membentuk kalsium silika hidrat seperti: tobermorit, kalsium aluminat 4CaO. Al2O3. l2H2O dan gehlenit hidrat 2CaO. Al2O3. SiO2. 6H2O yang tidak larut dalam air. Pembentuk senyawa-senyawa ini berlansung lambat dan

mengakibatkan tanah menjadi keras, lebih padat dan lebih stabil.

Berdasarkan penelitian pengujian kuat geser, dapat diketahui besarnya pengaruh bahan kimia terhadap parameter kuat geser pada stabilisasi tanah lempung.

Berdasarkan permasalahan pada kondisi tanah yang telah dijelaskan di latar belakang tersebut, Maka dapat dirumuskan bagaimana sifat fisis dan mekanis tanah lempung di Kota Pontianak untuk melakukan perbaikan tanah dengan cara stabilisasi kimiawi.

Tujuannya adalah untuk mempelajari seberapa besar pengaruh campuran bahan kimia berupa Limbah Karbit dan Semen Porland Type III terhadap parameter kuat geser pada stabilisasi tanah lempung tersebut dalam mendukung pondasi dan struktur diatasnya.

Dalam Penelitian ini pembatasan masalah sebagai berikut:

- Jenis tanah yang digunakan dalam proses penelitian adalah tanah lempung yang diambil dari daerah Pontianak, Kalimantan Barat.
- Stabilisasi tanah lempung menggunakan campuran bahan kimia berupa Limbah Karbit dan Semen Porland Type III.
- Variasi penambahan Limbah Karbit dan Semen Porland Type III untuk setiap benda uji adalah 10%, 20%, 30% dari berat tanah.
- Pemeraman untuk setiap benda uji adalah selama 7, 14, dan 21 Hari.
- Pengujian CBR (California Bearing Ratio), UCS (Unconfined Compression Strength) dan Geser Langsung (Direct Shear Test) dilakukan pada Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

II. METODOLOG DAN PUSTAKA

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah yang dilakukan merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu seperti bahan kimiawi. Pekerjaan ini dilakukan dengan mencampur tanah dengan tanah yang berbeda sehingga gradasi yang diinginkan bisa tercapai. Selain itu, pencampuran tanah juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan buatan pabrik agar sifat-sifat teknis dari tanah bisa lebih baik.

Untuk mencapai tujuan tersebut, proses stabilisasi ini dapat dilakukan dengan cara paling sederhana seperti pemadatan, hingga menggunakan teknik yang lebih efektif dan juga memerlukan dana yang cukup besar, yakni dengan mencampur tanah dengan pasir atau semen, grouting atau injeksi semen, abu terbang, pemanasan dan lain sebagainya.

1) Stabilisasi secara mekanis
   Cara yang dilakukan dengan mencampur dua atau lebih macam tanah berbeda dengan gradasi berbeda sehingga material tanah menjadi baik, kuat dan memenuhi persyaratan.
2) Stabilisasi dengan Bahan Tambahan
   Cara ini dilakukan dengan menambahkan bahan tertentu pada tanah agar dapat memenuhi syarat. Bahan yang ditambahkan biasanya dari pabrik dan Zat Kimia dicampurkan dengan perbandingan tepat sehingga meningkatkan sifat tanah dan membuatnya lebih kuat serta memenuhi syarat.

Semen Portland

Semen (cement) adalah hasil industri dari bahan baku: batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO2), Alumunium Oksida (Al2O3), Besi Oksida (Fe2O3) dan Magnesium Oksida (MgO).

Berdasarkan SNI, kimia semen Portland harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tabel 1. Syarat Kimia Utama. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO_2 , Minimum	-	20,0 [b,c]	-	-	-
2	Al_2O_3 , Maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe_2O_3, Maksimum	-	6,0 [b,c]	-	6,5	-
4	MgO , Maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5	SO_3 , Maksimum					
	Jika $C_3A \leq 8,0$	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
	Jika $C_3A > 8,0$	3,5	[d]	4,5	[d]	[d]
6	Hilang pijar, Maksimum	5,0	3,0	3,0	2,5	3,0
7	Bagian tak larut, Maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C_3S , Maksimum [a]	-	-	-	35 [b]	-
9	C_2S , Minimum [a]	-	-	-	40 [b]	-
10	C_3A, Maksimum [a]	-	8,0	15	7 [b]	5 [b]
11	$C_4AF + 2\ C_3A$ atau [a]					
	$C_4AF + C_2F$, Maksimum	-	-	-	-	25 [c]

Limbah Kalsium Karbit

Limbah karbit memiliki komposisi kimia 60% Calsium (CaO), 1.48% SiO2, 0,09% Fe2O3, 9,07% Al2O3, pada penelitian yang sama diketahui bahwa unsur pembentuk utama dari semen adalah Calsium yang berasal dari batu kapur (Rajiman, 2015). Menurut (Utomo, 2010) kandungan kalsium yang cukup tinggi membuat limbah karbit ini memiliki sifat-sifat fisis yang

menyerupai kalsium hidroksida dalam hal senyawa kimia terbesar adalah Ca(OH)2, daya ikat terhadap air cukup tinggi, memiliki tekstur bahan berbutir, mempunyai bau yang khas, dan diameter butiran-butiran relatif lebih besar dibanding butiran lempung, penambahan limbah karbit merupakan upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang diperlukan dalam terjadinya reaksi *pozzolanic* bila tercampur dengan SiO2 dalam limbah karbit.

Tabel 2. Hasil Pengujian XRF Limbah Karbit *Sumber: jurnal nuris sidah perdana (ISSN No. 2623-1727)*

Senyawa Penyusunan Limbah Karbit	
Komponen	Konsentrasi (%)
$A1_2O_3$	0,61
SiO_2	0,94
SO_3	0,3
CaO	95,37
Fe_2O_3	0,48
Y_2O_3	0,25
MoO_3	2,1

Bahan Dan Metotologi

Pengambilan Sampel

Pekerjaan lapangan yang dilakukan adalah pengambilan sampel tanah, sampel tanah yang diambil dalam penelitian ini cukup dengan pengambilan sampel tanah tidak terganggu (*undistrub soil*) yaitu pada jenis tanah lempung lunak berlokasi di antara Laboratorium Digital Kontrol dan laboratorium Eldas dan Telkom Fakultas Tenik.

Sampel tanah asli yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut.

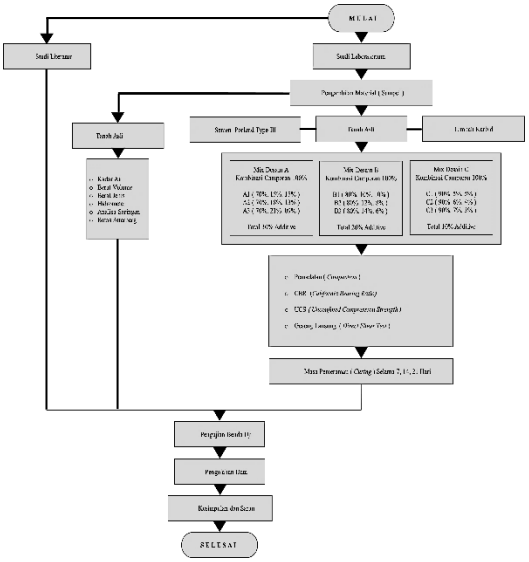
Sampel tanah asli tersebut digunakan untuk pengujian:

- Kadar Air
- Berat Volume
- Analisa Saringan
- Berat Jenis
- Batas Atterberg
- Hidrometer

Bahan Dan Peralatan

Adapun benda uji yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

- Sampel tanah berupa tanah lempung lunak kondisi asli tidak terganggu (*undistrub soil*) cukup dimasukan kedalam karung plastik atau pembungkus lainnya. berlokasi di antara Laboratorium Digital Kontrol dan laboratorium Eldas dan Telkom Fakultas Tenik.
- Air yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura.
- Limbah Karbit.
- Semen Portland Type III.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Tabel 3. Variasi Campuran Tanah Asli, Limbah Karbit dan Semen Portland Type III.

KODE	NO.	Tanah Asli	*Additive*	Persentasi campuran bahan Additive (%)		Keterangan
		%	%	Limbah Karbid	Semen Portland	
Mix Desain A	1.	70	30	15	15	Komposisi campuran 100% (70%. 15%. 15%) total 30% Additive
	2.	70	30	18	12	Komposisi campuran 100% (70%. 18%. 12%) total 30% Additive
	3.	70	30	21	9	Komposisi campuran 100% (70%. 21%. 9%) total 30% Additive
Mix Desain B	1.	80	20	10	10	Komposisi campuran 100% (80%. 10%. 10%) total 20% Additive
	2.	80	20	12	8	Komposisi campuran 100% (80%. 12%. 8%) total 20% Additive
	3.	80	20	14	6	Komposisi campuran 100% (80%. 14%. 6%) total 20% Additive
Mix Desain C	1.	90	10	5	5	Komposisi campuran 100% (90%. 5%. 5%) total 10% Additive
	2.	90	10	6	4	Komposisi campuran 100% (90%. 6%. 4%) total 10% Additive
	3.	90	10	7	3	Komposisi campuran 100% (90%. 7%. 3%) total 10% Additive

Tabel 4. Jmlah Sampel Pengujian

NO	Keterangan Campuran	Pemadatan (Compaction)	CBR (California Bearing Ratio) Masa Pemeraman (Curing)				UCS (Unconfined Compression Strength) Masa Pemeraman (Curing)				Geser Langsung (Direct Shear Test)			
			0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	0 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari
1.	Tanah Asli	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
2.	Komposisi campuran 100% (70%. 15%. 15%) total 30% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
3.	Komposisi campuran 100% (70%. 18%. 12%) total 30% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
4.	Komposisi campuran 100% (70%. 21%. 9%) total 30% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
5.	Komposisi campuran 100% (80%. 10%. 10%) total 20% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
6.	Komposisi campuran 100% (80%. 12%. 8%) total 20% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
7.	Komposisi campuran 100% (80%. 14%. 6%) total 20% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
8.	Komposisi campuran 100% (90%. 5%. 5%) total 10% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
9.	Komposisi campuran 100% (90%. 6%. 4%) total 10% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
10.	Komposisi campuran 100% (90%. 7%. 3%) total 10% Additive	1	-	1	1	1	-	2	2	2	-	1	1	1
	Jumlah Sempel	10	1	9	9	9	1	18	18	18	1	9	9	9

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan beberapa penelitian maka didapat beberapa hasil penelitian, yang meliputi sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah baik pada tanah asli maupun pada tanah yang distabilisasi secara kimiawi. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut selanjutnya dianalisa dan disajikan kasilnya sebagai berikut ini.

Pengujian Sifat Fisis

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Tanah (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

NO	Parameter Penujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air (w = %)	109.530
2	Berat Volume (γd = gr/cm³)	1.536
3	Berat Jenis (G)	2.546
4	Batas Cair (LL = %)	54.23
5	Batas Plastis (PL = %)	36.29
6	Indeks Plastisitas (IP = %)	18.00
7	Hidrometer (%) P	67.320
8	Analisa Saringan	
	○ Kerikil (%)	0
	○ Pasir (%)	15
	○ Lanau (%)	63
	○ Lempung (%)	22

Klasifikasi Tanah

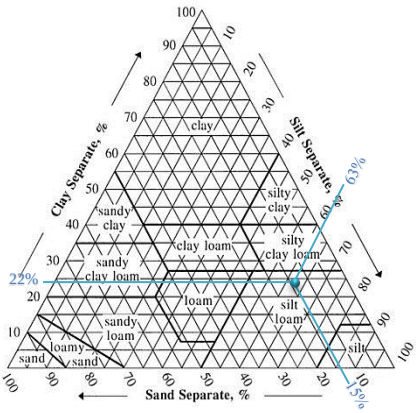
Untuk Memberikan gambaran karakteristik tanah dalam penelitian dilakukan evaluasi jenis tanah yang diteliti berdasarkan standar klasifikasi yang berlaku.

1) Klasifikasi Tanah USDA

Untuk menentukan besar persentase dari pasir, lanau, dan lempung, dapat dilihat dari grafik distribusi butiran tanah (Grain Size Distribution).

Didapat nilai - nilai sebagai berikut:

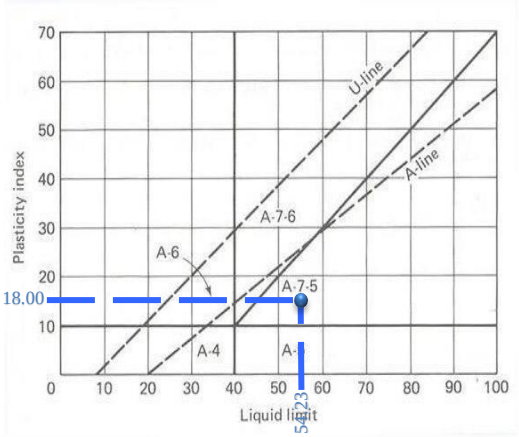
- Kerikil = 0 %
- Pasir = 15%
- Lanau = 62%
- Lempung = 22%



Gambar 4. Grafik klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (United Department of Agricultre)

Keterangan: Sehingga tanah dapat diklasifikasikan ke dalam "Tanah Liat Berlanau (Silt Loam)". Berdasarkan Klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (United Department of Agricultre).

2) Klasifikasi Tanah AASHTO

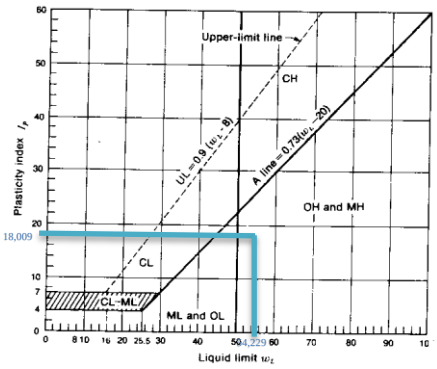


Gambar 5. Grafik klasifikasi AASHTO

Keterangan: Maka sampel tanah memenuhi persaratan lolos ayakan no. 200 sebesar 36%, dengan memiliki batas cair (LL) > 41% dan memiliki indeks plastisitas (IP) > 11%, sehingga sampel tanah dapat diklasifikasikan dalam jenis tanah A-7-5.

3) Klasifikasi Tanah USCS

Sistem ini mengelompokkan tanah kedalam dua kelompok besar, yaitu :



Gambar 6. Grafik sistem klasifikasi *unified soil classification system (USCS)*

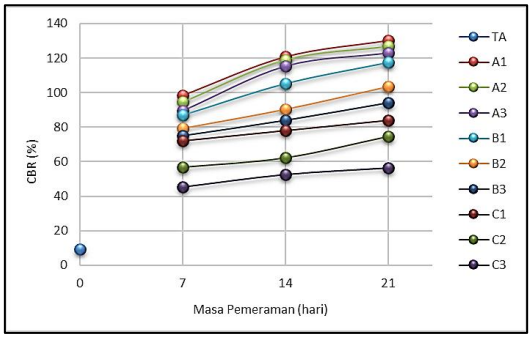
Keterangan: Dari data yang didapat total tanah yang lolos ayakan No. 200 adalah 97,98%. Oleh karena itu tanah dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus. Batas Cair (LL) = 54,23% dan Indeks Plastisitas (IP) = 18,00%. Apabila digambarkan dalam bagan plastisitas harga – harga tersebut masuk dalam daerah OH dan MH. Jadi berdasarkan hasil klasifikasi yang paling dominan adalah MH yaitu lanau anorganik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.

Pengujian Sifat Mekanis

Pengujian Cbr

Pengaruh pencampuran limbah karbit dan semen portland type III pada tanah lempung terhadap kekuatan tanah lempung dapat dilihat dari hasil pengujian CBR dalam kondisi tidak

terendam (*unsoaked*), dengan tiap variasi tanah yang telah dicampur dengan bahan stabilisasi semen dan limbah karbit dengan waktu pemeraman (*curing*) selama 7, 14, 21 hari.

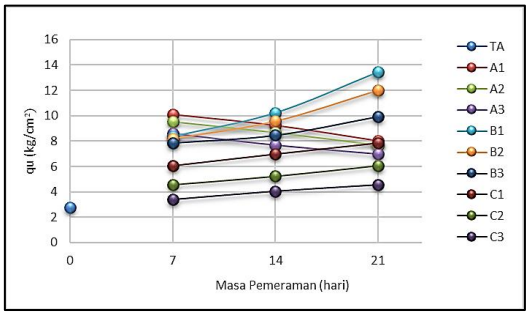


Gambar 7. Grafik gabungan hubungan nilai CBR dengan Mix. Desain terhadap masa pemeraman. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

Dari keterangan di atas menunjukan bahwa semakin besar penambahan additive berupa limbah karbid dan semen portland type III menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukan bahwa additive berupa limbah karbid dan semen portland type III meningkatkan fungsi stabilisasi terhadap tanah terhadap nilai CBR.

Pengujian Ucs

Pengujian ini didapat hubungan antara nilai kuat tekan bebas tanah (qu) pada tanah asli dan tanah distabilisasi kimiawi. Nilai kuat tekan bebas tanah (qu) yang telah distabilisasi kimiawi dangan waktu pemeraman (*curing*) selama 7, 14, 21 hari.

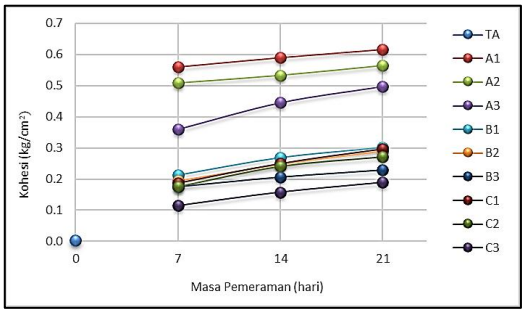


Gambar 8. Grafik gabungan hubungan nilai UCS dengan Mix. Desain terhadap masa pemeraman. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

Dari keterangan di atas menunjukan bahwa mix. desain B dan C semakin besar penambahan additive berupa limbah karbid dan semen portland type III menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukan bahwa additive berupa limbah karbid dan semen portland type III meningkatkan fungsi stabilisasi terhadap tanah. Akan tetapi pada mix. desain A semakin besar penambahan additive berupa limbah karbid dan semen portland type III cenderung turun disebabkan penembahan additive berupa limbah karbid dan semen portland type III melebihi batas optimum.

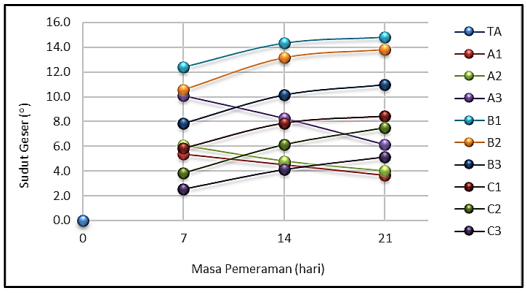
Pengujian Geser Lansung

Hasil uji geser langsung dapat di gunakan untuk analisis Kestabilan dalam bidang geoteknik, di antaranya untuk analisis kestabilan lereng, dayadukung pondasi,analisis dinding penahan, danlain- lain. Pengujian geser lansung yang telah distabilisasi kimiawi dangan waktu pemeraman (*curing*) selama 7, 14, 21 hari.



Gambar 9. Grafik gabungan pengaruh kohesi (c) dan Mix. Desain terhadap masa pemeraman. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

Dilihat dari gambar 9. Grafik gabungan pengaruh kohesi (c) dan Mix. Desain terhadap masa pemeraman, disimpulkan bahwa dengan bertambahnya campuran additive didapatkan nilai kohesi (c) tertinggi pada mix. desain A1 mengalami peningkatan sebesar 0,617 kg/cm² memperlihatkan pengaruh additive terhadap nilai kohesi (c) semakin tinggi seiring lamanya pemeraman.



Gambar 10. Garfik gabungan pengaruh sudut geser (°) dan Mix. Desain terhadap masa pemeraman. (Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

Dari keterangan di atas menunjukan bahwa mix. desain B dan C semakin besar penambahan additive berupa limbah karbid dan semen portland type III menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukan bahwa additive berupa limbah karbid dan semen portland type III meningkatkan fungsi stabilisasi terhadap tanah. Akan tetapi pada mix. Desain A semakin besar penambahan additive berupa limbah karbid dan semen portland type III cenderung turun disebabkan penembahan additive berupa limbah

karbid dan semen portland type III melebihi batas optimum.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

1. Pengklasifikasi jenis tanah yang diteliti berdasarkan metode USDA "Tanah Liat Berlanau (Silt Loam)", metode AASHTO diklasifikasikan dalam jenis tanah A-7-5 (24) dan metode USCS yang paling dominan adalah MH yaitu lanau anorganik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.
2. Dari hasil pengujian CBR pada tanah asli sebesar 9.235% dan nilai CBR optimum didapat pada Mix. Desain A1 dengan masa pemeraman 21 hari sebesar 130.255%.
3. Dari hasil pengujian UCS tanah asli sebesar 2.764 kg/cm2 dan nilai UCS optimum didapat pada Mix. Desain B1 dengan masa pemeraman 21 hari sebesar 13.436 kg/cm2.
4. Dari hasil pengujian kuat geser nilai kohesi tanah asli sebesar 0.003 kg/cm2, nilai kohesi optimum didapat pada Mix. Desain A1 dengan masa pemeraman 21 hari sebesar 0.617 kg/cm2 dan sudut geser tanah asli sebesar 0.688°, nilai sudut geser optimum didapat pada Mix. Desain B1 dengan masa pemeraman 21 hari sebesar 14.842°.
5. Limbah karbit dan semen Portland type III dapat dipakai utuk stabilisasi tanah lempung.

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya untuk kuat tekan bebas (UCS) dan kuat geser harap diperhatikan kepadatan optimal saat melakukan pengujian.
2. Dari hasil pengujian penulis merekomendasikan campuran B2 (80% Tanah Asli, 12% Limbah Karbid, 8% Semen Portland type III) dapat dijadikan untuk bahan campuran stabilisasi tanah lempung.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pengunaan limbah karbid sebagai bahan stabilisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Albertus Willy Pratama, 0915011036 (2015) Korelasi Kuat Tekan Dan Kuat Geser Pada Tanah Lempung Yang Disubtitusi Dengan Variasi Campuran Pasir. Fakultas Teknik, Universitas Lampung. http://digilib.unila.ac.id/7598/

Badan Standardisasi Nasiolan. SNI 15 - 2049 - 2004 Semen Portland. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasiolan. SNI 1744:2012 Metode Uji CBR Laboratorium. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasiolan. SNI 3638:2012 Metode uji kuat tekan bebas kohesif. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasiolan. SNI 2813:2008 Cara uji geser lansung tanah terkonsolidasi dan terdrainase. Jakarta.

Craig, R. F., S., Budi Susilo., (1989), *Mekanika Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Das, Braja M., (1995), MEKANIKA TANAH (Prinsip–prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 1, Terjemahan Noor Endah Mochtar, Ir., M.Sc., Ph.D. dan Indra Surya B. Mochtar, Ir., M.Sc., Ph.D., Penerbit Erlangga, Jakarta.

Faraditha Yesika, 2016. Kajian Efektifitas Penggunaan Semen dan Limbah Karbit Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Dengan Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test). https://id.123dok.com/topic/engineering.

lr. G. Djatmiko Soedarmo., lr. S. J. Edy Purnomo., (1993), MEKANIKA TANAH 1, Penerbit Kanisius.

Karl Terzaghi., Ralph B.Peack., (1987), Mekanika Tanah Dalam Prakter Rekayasa), Jilid 1, Terjemahan Ir. Begus Witjaksono dan Ir. Benny Krisna R., Penerbit Erladaftarngga, Jakarta.

M. J. SMITH., (1984), MEKANIKA TANAH f(soil mechanics),Edisi Keempat, Terjemahan Ir. Elly Madyayanti., Peberbit Erlangga, Jakarta.

Pedana Nurus Sidah, Identifikasi Komposisi Limbah Karbid dan Pengaruh Penambahan Limbah Karbid Terhadap Uji Waktu Ikat Semen (Uji Setting Time), Fakultas Vokasi, Institute Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Sari Novia Intan, (2016). Kajian Efektifitas Penggunaan Semen dan Limbah Karbit Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Di Tinjau Dari Nilai CBR.
https://id.123dok.com/topic/engineering.